



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND

DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ **Patentschrift**
⑯ **DE 197 45 123 C 1**

⑯ Int. Cl. 6:
B 23 K 20/12
B 23 P 9/00

⑯ Aktenzeichen: 197 45 123.3-45
⑯ Anmeldetag: 13. 10. 97
⑯ Offenlegungstag: -
⑯ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 6. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:
Haible, Karl-Heinz, 70499 Stuttgart, DE; Reinhardt, Rudolf, 73732 Esslingen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 43 44 561 C2
DE 84 24 774 U1

⑯ Verfahren zum spanabhebenden Entfernen des Schweißgrates einer Reibschweißung

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum spanabhebenden Entfernen des Schweißgrates einer Reibschweißung durch wenigstens einen in der Reibschweißmaschine integrierten Drehmeißel. Dabei wird der Schweißgrat des rotierenden Werkstückes an einem - abgesehen von einer Vorschubbewegung - ortsfest gehaltenen Drehmeißel in Umfangsrichtung entlangbewegt und zerspant. Um den Schweißgrat rationell entfernen zu können, wird erfindungsgemäß der Schweißgrat bereits während seiner Entstehung beim Reibschweißvorgang und aus der Reibschweißwärme heraus zerspant. Sollen beide axial gegenüberliegenden Reibschweißgrade simultan zerspant werden, so muß ihnen jeweils ein gesonderter Drehmeißel zugeordnet werden. Der Drehmeißel wird während des Reibschweißvorganges axial ortsfest gehalten, wobei der umlaufende, aufwachsende Reibschweißgrat axial in den Drehmeißel hineinläuft. Nach Fertigstellung der Reibschweißung wird eine an der Reibschweißstelle zurückbleibende Gratwurzel vor Entnahme des Werkstückes aus der Reibschweißmaschine bei rotierendem Werkstück durch eine Axialverschiebung des Drehmeißels oder durch eine Radialverschiebung eines Einstech-Drehmeißels im Einstechverfahren zerspant.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum spanabhebenden Entfernen des Schweißgrates einer Reibschiessung.

Reibschiessgrate sind in der Regel symmetrisch aufgebaut und weisen ein Paar von im Querschnitt Schnecken- oder Komma-förmigen Wulsten oder Grate auf. Gelegentlich ist es erforderlich, diese Grade zu entfernen. Neben einem Wegbrennen des Grates bei der Entstehung (vgl. DE 196 16 967 C1 oder GB 2 268 431 A) ist erforderlich vor allem das mechanische Abtragen des Reibschiessgrates durch Abspalten üblich.

Die DE 84 24 774 U1 deutet an, daß Reibschiesswülste von geschweißten Werkstücken durch Abdrehen entfernt werden können, erwähnt aber gleich, daß dies u. U. schwierig oder nicht erwünscht sei. Es wird dort eine Lösung bevorzugt, bei der vor dem Reibschiessring ringförmige, im Querschnitt nischenartige Freiräume an wenigstens einem der zu verschweißenden Teile neben der Schweißstelle angehoben werden, die den bzw. die Schweißwülste aufnehmen können. Zur Vermeidung einer vorherigen Drehbearbeitung des betreffenden Werkstückes auf einer gesonderten Drehbank wird als Lösung vorgeschlagen, diese Drehoperation in die Reibschiessmaschine zu integrieren und sie unmittelbar vor dem Reibschiess vorzunehmen. Demgemäß ist die bekannte Reibschiessmaschine mit einem Kreuzschlitten, einer Drehmeißelhalterung und einer für Drehvorgänge geeigneten Maschinensteuerung auszurüsten. Allerdings ist aus der DE 84 24 774 U1 lediglich bekannt, Drehoperationen an den zu verschweißenden Einzelteilen in einer Reibschiessmaschine zu integrieren, wobei diese Drehoperationen vor dem Reibschiess stattfinden sollen. Den beim Reibschiess entstehenden Schweißwulst mit einem in der Reibschiessmaschine integrierten Drehmeißel zu beseitigen, ist in dieser Druckschrift nicht offenbart.

Die DE 43 44 561 C2 erwähnt einleitend, daß Reibschiesswülste unmittelbar nach Beendigung des Schweißprozesses im noch warmen Zustand abgedreht werden können, wobei allerdings in dieser Druckschrift offen bleibt, ob dieses Abdrehen in der Reibschiessmaschine oder in einer gesonderten Drehbank erfolgt. Jedenfalls wird in dieser Druckschrift das zerspanende Abdrehen eines störenden Reibschiesswulstes mit Rücksicht auf die sehr hohe Festigkeit des Grates aufgrund des Reibschiessverfahrens als aufwendig hingestellt. Demnach wird offenbar davon ausgegangen, daß die dort angesprochenen, zu zerspanenden Reibschiesswülste beim Zerspanen bereits erkaltet und allenfalls noch handwarm sind und die abschreckbedingte Gefügeumwandlung im Reibschiesswulst bereits stattgefunden hat. Zur Vermeidung des Zerspanens gehärteter Reibschiessgrate wird in der genannten Druckschrift zwecks Beseitigung störender Reibschiesswülste ohne teuren Mehraufwand vorgeschlagen, den Reibschiesswulst während des Schweißvorganges (d. h. in noch prozeßwarmen und weichen Zustand) mittels eines Umformwerkzeuges so umzuformen, daß ohne Nacharbeit die Gebrauchsfähigkeit des geschweißten Werkstückes gegeben ist und ein störender Grat nicht mehr vorhanden ist. Das Material des Reibschiessgrates wird nach dieser Literaturstelle also nicht zerspanend abgetragen, sondern in nichtstörende Querschnittsformen umgeformt.

Will man Reibschiessgrate zerspanend abdrehen, so können diese entsprechend ihrem symmetrischen Aufbau dabei nur durch eine ebenfalls symmetrische, axiale Drehoperation von beiden Seiten des Reibschiessgrates her rückstandsfrei abgetragen werden. Jeder einzelne schneckenförmige Grat muß von seiner Spitze her abgetragen werden. Wird – entgegen dieser Vorschrift – der Reibschiess-

grat radial im sog. Einstechverfahren oder einseitig in nur einem axialen Durchlauf abgespannt, so bleiben zwei lose Gratinge (beim Einstechverfahren) oder es bleibt ein loser Grating (beim einseitigen axialen Abtragen) übrig, der u. U. nur sehr umständlich manuell entfernt werden könnte. Bei langen und/oder sich im Durchmesser gegenüber der Schweißstelle erweiternden Werkstücken müßte ein solcher Grating mittels einer Schneidzange an einer Umfangsstelle geöffnet und vom Werkstück entfernt werden, was zeitraubend ist.

Ausgehend vom geschilderten Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren anzugeben, mit welchem der Schweißgrat rationell und rückstandsfrei entfernt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß durch die Gesamtheit der Merkmale von Anspruch 1 gelöst. Danach wird der Grat in der Reibschiessmaschine in statu nascendi zerspannt, d. h. so wie der Grat anwächst wird er auch sofort wieder abgespannt und mechanisch in Spanlocken aufgelöst, die am Spanmeißel radial ablaufen können.

Die Vorteile der erfundungsgemäßen Ausgestaltung des Entgratvorganges liegen in Folgendem:

– Die Werkstücke können an der Reibschiessstelle rationell, d. h. ohne gesonderten Arbeitsgang entgratet werden. Zumindest ist ein gesondertes Einspannen der Werkstücke in eine Drehbank zum Entgraten entbehrlich, nachdem die Werkstücke ohnehin mit hoher Lagenauigkeit und Stabilität rotierend in der Reibschiessmaschine aufgenommen sind.

– Im Vergleich zu einem Entgraten des Reibschiessgrates in einer gesonderten Drehbank ist beim reibschiess-integrierten, zerspanenden Entgraten eine höhere Standzeit des Spanmeißels zu erwarten, weil der Reibschiessgrat aus der Reibschiesswärme herauszespant wird und daher weniger Widerstand bietet.

– Wenn die eingerollten Spitzen der beiden Einzelgrate auf beiden axial gegenüberliegenden Gratingsseiten während der Gratingstehung abgespannt werden, kann eine zurückbleibende bundartige Gratzurzel ohne weiteres und vor allem rückstandsfrei im Einstechverfahren oder durch einen einseitigen axialen Durchgang eines Spanmeißels abgetragen werden.

– Ein Reibschiessgrat kann sauber und vor allem rückstandsfrei entgratet werden, und zwar insbesondere auch in solchen Fällen, in denen die Reibschiessung axial in sehr enger Nachbarschaft zu einem radialen Vorsprung, einer Schulter oder dgl. angeordnet ist, wo sich Platzprobleme bei einem gesonderten Abspalten des Grates in einer gesonderten Drehoperation bilden.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispieles nachfolgend noch erläutert; dabei zeigen:

Fig. 1 eine Reibschiessmaschine zum prozeßintegrierten Abspalten des Reibschiessgrates in der Reibschiessmaschine und während des Reibschiessvorganges,

Fig. 2 eine stark vergrößerte Einzelheit aus der Darstellung nach **Fig. 1**, den Zerspanungsvorgang des Reibschiessgrates während seiner Entstehung zeigend und

Fig. 3 und **4** zwei Darstellungen aus dem Stand der Technik beim – untauglichen – Versuch einer nachträglichen und gesonderten Zerspanung des Reibschiessgrates, wobei unzerspanbare Gratzreste in Ringform zurückbleiben.

Die in **Fig. 1** dargestellte Reibschiessmaschine **1** zum

Zusammenschweißen von Werkstückteilen **20** und **21** zu neuen Werkstücken **22** weist eine erste drehbar gelagerte und drehantreibbare Arbeitsspindel **2** zur axial ortsfesten Aufnahme des ersten Werkstückteiles **20** und eine zweite, beim dargestellten Beispiel ebenfalls drehbar gelagerte und drehantreibbare Arbeitsspindel **3** zur axialbeweglichen und rotierenden Aufnahme des zweiten Werkstückteiles **21** auf. Die Werkstückteile sind in Werkstückaufnahmefuttern der jeweiligen Arbeitsspindeln drehstarr und konzentrisch zueinander mit hoher Lagegenauigkeit aufgenommen. Die beiden zu verschweißenden Werkstückteile bzw. Arbeitsspindeln werden mit nach Betrag und/oder Drehrichtung unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten **7** und **8** angetrieben, so daß sich der für eine Reibschißweißung **23** erforderliche Unterschied der Umfangsgeschwindigkeit an der Reibschißstelle ergibt.

Normalerweise rotiert beim Reibschißweßen nur eines der beiden zusammenzuschweißenden Werkstückteile, wogen das andere Werkstückteil in Umfangsrichtung stillsteht. Gleichwohl wächst auch beim nichtrotierenden Werkstückteil ein rotationssymmetrischer, im Querschnitt sich schnellenförmig einrollender Reibschißgrat auf, der jedoch wegen des Stillstandes des zugehörigen Werkstückteiles keine Umfangsbewegung ausführt. Das erfundungsgemäße Abspalten des aufwachsenden Reibschißgrates während der Gratentstehung ist in einem solchen Fall nur auf der Seite des rotierenden Werkstückgrates möglich. Auch dieses einseitige prozeßintegrierte Entgraten ist durchaus sinnvoll, und zwar dann, wenn aus Platzgründen axial neben dem Reibschißgrat kein Werkzeugauslauf bzw. keine Ansatzmöglichkeit für einen Drehmeißel mehr vorhanden ist, sei es daß unmittelbar neben dem Reibschißgrat ein Bund oder eine Schulter am Werkstück vorgesehen ist, sei es daß das Werkstück sehr dicht neben der Schweißstelle eingespannt werden muß und die Zugänglichkeit durch das Spannfutter eingeschränkt ist.

Um nun gleichwohl beide Reibschißgrate in statu nascendi mechanisch abspannen zu können, wurde beim dargestellten Ausführungsbeispiel eine Variante der Reibschißmaschine gewählt, in der beide Werkstückteile rotieren. Wenn beispielsweise die erforderliche Relativgeschwindigkeit im Reibspalt eine rechnerische Relativdrehzahl von 2000 Umdrehungen je Minute ergibt, so kann die eine Arbeitsspindel mit 200 U/Min und die andere mit 2200 U/Min in der gleichen Drehrichtung rotieren. Eine Drehzahl von 200 U/Min reicht für die Drehzerspanung eines weichen Grates aus. Alternativ könnte auch die eine Spindel mit 200 U/Min in der einen Drehrichtung und die andere Spindel mit 1800 U/Min in der entgegengesetzten Drehrichtung umlaufen.

Das Verfahren des Reibschißweßens ist hinlänglich bekannt und braucht hier nicht näher beschrieben zu werden. Durch Relativreibung der Werkstückteile unter axialer Anpressung werden die Teile an der Schweißstelle bis zum teiligen Zustand erhitzt und dann rasch abgebremst. Bei umfangsmäßigem, relativem Stillstand, beginnend zumindest bei angenähertem Stillstand, werden die Werkstückteile mit erhöhter Axialkraft und/oder um einen bestimmten Axialhub ineinander gedrückt, d. h. die Teile werden gestaucht. Während der Erwärmungsphase, aber auch noch danach bildet sich der charakteristische, im Querschnitt schneckenartige, symmetrische Schweißgrat **24**, **25** – häufig auch als Schweißwulst bezeichnet – aus.

In der Reibschißmaschine sind Drehmeißel **10**, **11** auf einem Kreuzsupport **6** einstellbar gehalten, der seinerseits auf einem definiert verschiebbaren Werkzeugschlitten **5** angeordnet ist. Üblicherweise werden diese Drehmeißel erst nach dem Reibschißweßen zwecks Zerspanen des Reib-

schweißrates zum Einsatz gebracht, sofern das Schweißwerkstück entgratet werden muß. Nach der Reibungserwärmung, dem Abbremsen und Stauchen der Werkstücke und nach dem Lösen des Werkstückes aus einem der Spannfutter, in der Regel aus dem stillstehenden Spannfutter, wird das solcherart teilweise freigelegte Werkstück wieder in Rotation versetzt und das Paar von Reibschißgraten spanabhebend mittels der Drehmeißel abgetragen. Dabei muß jeder einzelne Reibschißgrat axial von der freien Werkstückseite her abgespannt werden, weil sonst freie, ringförmige Gratreste übrig bleiben. Bei Werkstücken, die nach dem Reibschißweßen ohnehin spanabhebend bearbeitet werden müssen, können derartige Gratresten ohne weiteres am Rohling verbleiben. Das Reibschißweßverfahren ist jedoch wegen seiner hohen Maßhaltigkeit auch als Fügeverfahren geeignet, welches keine Weiterbearbeitung mehr erfordert. In diesen Fällen müssen etwaige Gratresten auf jeden Fall entfernt oder eine Entstehung solcher Gratresten von vornherein verhindert werden.

Die Entstehung solcher Gratresten bei falscher Werkzeugführung beim Abspalten der Reibschißgrate sei nachfolgend kurz anhand der **Fig. 3** und **4** erläutert. Bei dem darin gezeigten Werkstück **30** ist die Schweißstelle und mit ihr auch der Schweißgrat **31** in unmittelbarer Nachbarschaft zu einem Bund angeordnet. Bei der in **Fig. 3** veranschaulichten Vorgehensweise wird ein in seiner Breite den gesamten Reibschißgrat **31** überdeckender Einstechmeißel **34** in einer radialen Einstechbewegung **38** auf den Reibschißgrat zubewegt. Hierbei wird der Grat in abfließende Spanlocken zerlegt. Dieses Zerspanen hält aber nur so lange an, bis die radial innenliegenden Spitzen der Grate erreicht werden. Es bleibt dann rechts und links jeweils ein Gratringrest **35** von kommaförmigem Querschnitt zurück, der sich vom Werkstück löst und nicht weiter zerspannt werden kann. Zwar kann die Gratwurzel **36** noch weiter zerspannt werden, bis das Werkstück im Bereich der Schweißstelle außenseitig glatt zylindrisch ist, jedoch weichen dabei die verbliebenen Gratresten **35** axial aus und werden nicht mit zerspannt.

Bei dem in **Fig. 4** veranschaulichten, nach dem Reibschißweßen vorgenommenen Entgratvorgang wird ein Axialvorschubmeißel **32** einseitig von der frei zugänglichen Seite her auf den Grat **31** in einer Vorschubbewegung **37** zu und über den Grat hinweggeführt, wobei das in der Reibschißmaschine aufgenommene Werkstück rotiert. Dabei wird der Grat so lange in ablaufende Spanlocken zerspannt, bis das axiale Ende der Gratwurzel **36** erreicht ist. Eine weitere Zerspanung ist dann nicht mehr möglich, weil ein zusammenhängender Gratringrest **33** sich vom Werkstück löst; dieser kann nicht weiter zerspannt werden.

Um den Schweißgrat rationell und rückstandsfrei in der Reibschißmaschine in statu nascendi mechanisch entfernen zu können, sind die Drehmeißel **10**, **11** der Reibschißmaschine **1** mit ihrer spanabhebenden Meißelspitze **12** auf den von der Reibschißstelle aufwachsenden Reibschißgrat **24**, **25** ausgerichtet, wobei die Meißelschneide **13** der Drehrichtung **7**, **8** des rotierenden Reibschißgrates entgegengerichtet ist. Durch die ortsfest gehaltenen Drehmeißel wird der Reibschißgrat so wie der Grat anwächst, sofort wieder abgespannt und mechanisch in Spanlocken aufgelöst, die am Spanmeißel radial ablaufen können.

Der Reibschißgrat **24**, **25** wird bei der erfundungsgemäßen Entgratechnik in jedem Fall aus der Reibschißwärme heraus zerspannt. Beim nachträglichen Entgraten ist zumindest die äußerste Gratspitze bereits wieder auf nahezu Raumtemperatur abgekühlt und ist dadurch hart. Die gehärtete Gratspitze verursacht beim nachträglichen Entgraten einen hohen Werkzeugverschleiß. Beim prozeßintegrierten Entgraten ist die Gratspitze bei ihrer Berührung mit dem

Spanmeißel noch warm und somit noch weich; die Werkzeugstandzeit ist dementsprechend höher.

Beim prozeßintegrierten Entgraten bleibt der dem zu zerspanenden Grat zugeordnete Drehmeißel ohne Vorschub ortsfest neben der Schweißstelle stehen. Es bleibt demgemäß nach Fertigstellung der Reibschweißung 23 trotz simultanem Entgraten eine Gratwurzel 26 an der Reibschißstelle zurück. Diese Gratwurzel kann vor Entnahme des Werkstückes 22 aus der Reibschißmaschine 1 durch eine Axialverschiebung 37 des Drehmeißels 11 bei rotierendem 10 Werkstück 22 zerspant werden. Anstatt durch einen Axialvorschub des/der Drehmeißel 10 bzw. 11 kann die Gratwurzel auch durch eine Radialverschiebung eines Einstech-Drehmeißels abgetragen werden.

5

10

15

Patentansprüche

1. Verfahren zum zumindest partiellen, spanabhebenden Entfernen des Schweißrates (24, 25) einer Reibschißung (23), indem zumindest einer der Schweißrate (24, 25), nämlich der des rotierenden Werkstückes (20, 21) relativ zu einem in der Reibschißmaschine (1) integrierten, axial ortsfest gehaltenen Drehmeißel (10 bzw. 11) bewegt und dadurch der Schweißrat (24, 25) bereits beim Schweißvorgang, d. h. während der Entstehung des Reibschißrates (24, 25) aus der Reibschißwärme heraus zerspant wird, wobei der umlaufende, aufwachsende Reibschißrat axial in den Drehmeißel (10, 11) hineinläuft und dadurch die relative Vorschubbewegung (9) zwischen 20 Reibschißrat (24, 25) und Drehmeißel (10, 11) zumindest in diesem Stadium gratesitg erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beide zu verschweißenden Werkstückteile (20, 21) während des Schweißvorganges rotierend in der 25 Reibschißmaschine (1) aufgenommen sind und die beiden axial gegenüberliegenden Reibschißrate (24, 25) einer Reibschißung (23) durch jeweils einen gesonderten Drehmeißel (10 und 11) zerspant werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß nach Fertigstellung der Reibschißung (23) eine an der Reibschißstelle zurückbleibende 30 Gratwurzel (36) vor Entnahme des Werkstückes (22) aus der Reibschißmaschine (1) durch eine axiale 35 Vorschubbewegung (9) eines der Drehmeißel (10 bzw. 11) oder durch eine Radialverschiebung eines Einstech-Drehmeißels bei rotierendem Werkstück (22) zerspant wird.

25

30

35

40

45

50

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

Fig. 1

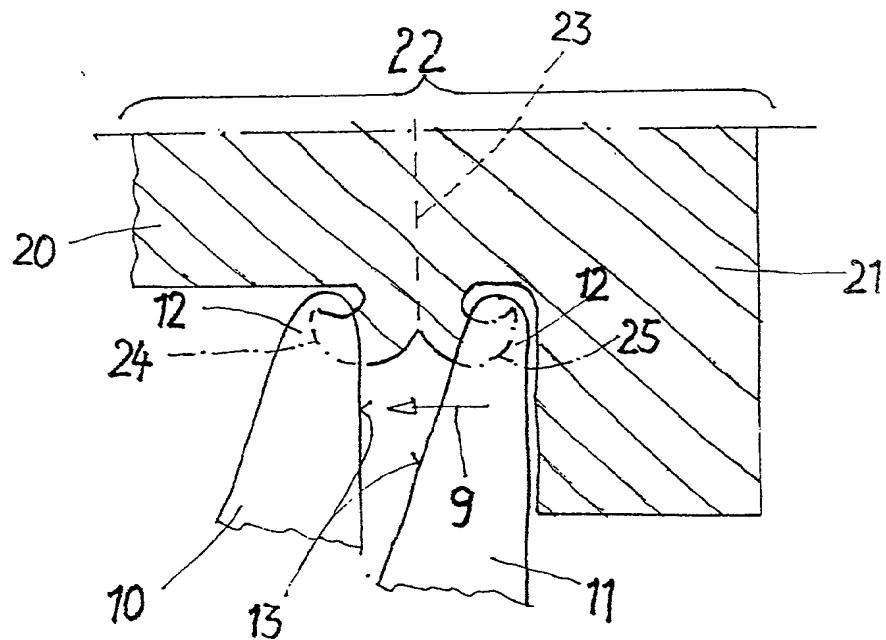
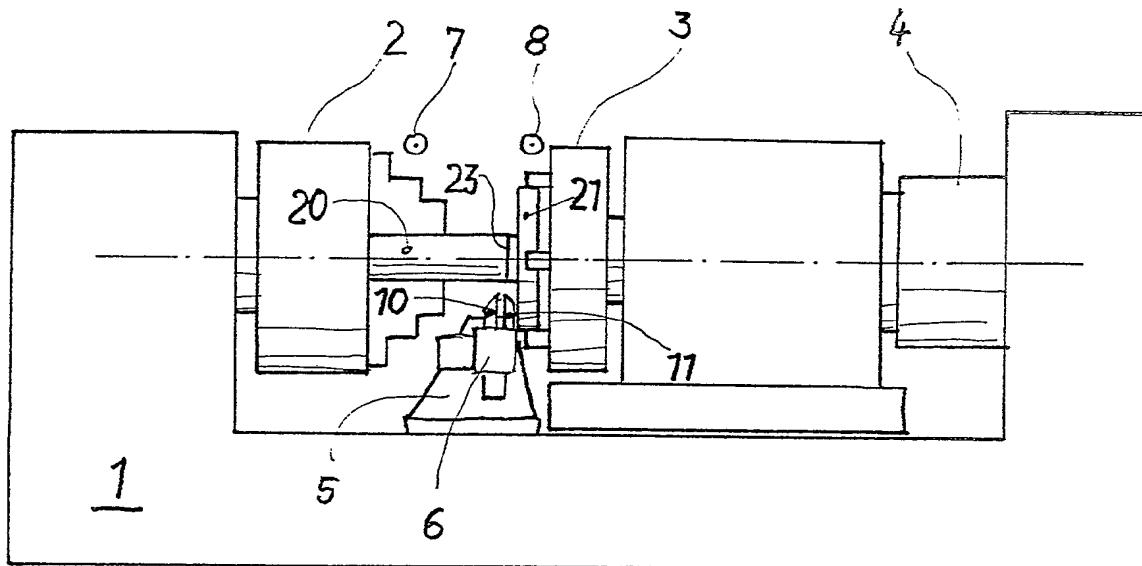


Fig. 2

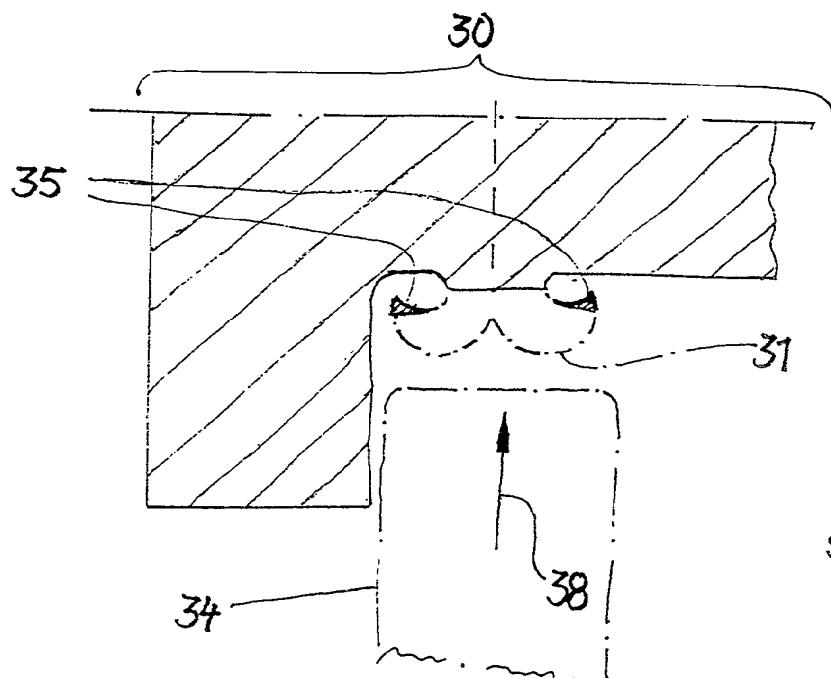


Fig. 3

Stand der Technik

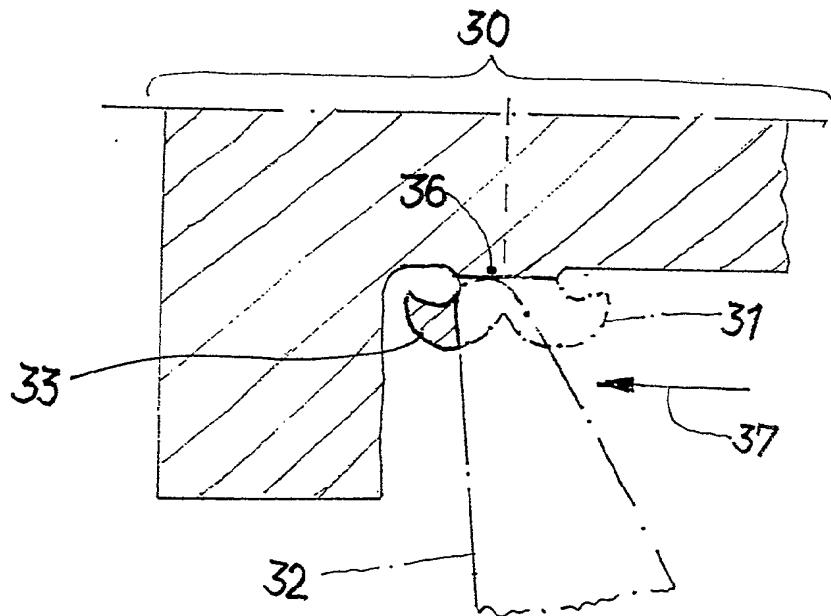


Fig. 4

Stand der Technik